

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 7 月 18 日 (18.07.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/056355 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/268, H01S 3/00

式会社半導体エネルギー研究所 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒243-0036 神奈川県 厚木市 長谷398番地 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/00189

(22) 国際出願日: 2002 年 1 月 15 日 (15.01.2002)

(72) 発明者; および

(25) 国際出願の言語: 日本語

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河口 紀仁 (KAWAGUCHI, Norihito) [JP/JP]; 〒164-0003 東京都 中野区 東中野 2-6-15 603 Tokyo (JP). 西田 健一郎 (NISHIDA, Kenichiro) [JP/JP]; 〒359-0047 埼玉県 所沢市 花園 2-2415-1 215 Saitama (JP). 石井 幹人 (ISHII, Mikito) [JP/JP]; 〒235-0022 神奈川県 横浜市 磯子区 汐見台 1-6-6 1606 棟 808 号 Kanagawa (JP). 八木 武人 (YAGI, Takehito) [JP/JP]; 〒256-0803 神奈川県 小田原市 中村原 117-32 Kanagawa (JP). 正木 みゆき (MASAKI, Miyuki) [JP/JP]; 〒146-0095 東京都 大田区 多摩川 2-28-18 404 Tokyo (JP). 芳之内 淳 (YOSHINOUCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒262-0003 千葉県 千葉市 花見川区 宇那谷町 1534-2 Chiba (JP). 田中 幸

(26) 国際公開の言語: 日本語

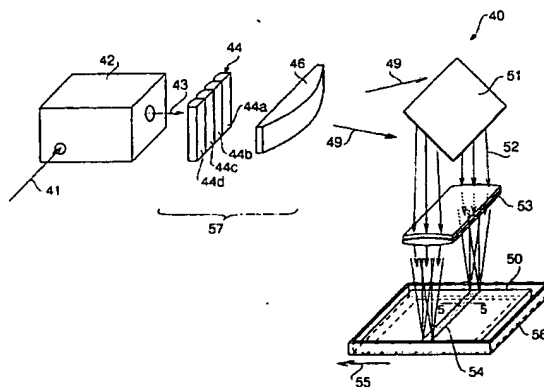
(30) 優先権データ:
特願 2001-5579 2001 年 1 月 12 日 (12.01.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 石川 島播磨重工業株式会社 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒100-0004 東京都 千代田区 大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP). 株

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR LASER ANNEALING

(54) 発明の名称: レーザアニール方法及び装置



(57) Abstract: A method and a device for laser annealing capable of uniformly irradiating a beam, wherein only the beam having a Gaussian distribution excluding portions with high light-intensity can be formed in a linear sectional shape by an optical system (57) by rotating, a specified angle, the beam (41) from a laser beam source by a rotating means (42) even if a nonuniform intensity distribution is present in the beam pattern of the beam (41) from the laser beam source, whereby the beam can be irradiated uniformly to a specimen (50).

(57) 要約:

本発明は、均一なビーム照射を行うことができるレーザアニール方法及び装置、を提供することを目的とする。本発明では、レーザ光源からのビーム (41) のビームパターンに不均一な強度分布があってもレーザ光源からのビーム (41) を回転手段 (42) により所定の角度だけ回転させることにより、光強度の強い部分を避けてガウシアン分布を有するビームのみ光学系 (57) で線形断面形状にすることができるので、試料 (50) に均一なビーム照射を行うことができる。

WO 02/056355 A1



一郎 (TANAKA,Koichiro) [JP/JP]; 〒243-0034 神奈川県厚木市 船子1683 第一古沢荘9号 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (国内): KR, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(74) 代理人: 絹谷 信雄 (KINUTANI,Nobuo); 〒105-0003 東京都港区西新橋3丁目15番12号 西新橋JKビル Tokyo (JP).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

レーザアニール方法及び装置

技 術 分 野

本発明は、レーザアニール方法及び装置に関する。

背 景 技 術

現在、エキシマレーザやYAGレーザ等のハイパワーのレーザは、研究用途だけではなく産業用途にも広く普及している。その利用分野も一般的な材料加工だけでなく、医療分野や半導体分野にも広く利用されている。

エキシマレーザ等のビームを用いて材料加工を行う際には光学系により線状断面形状に変形させてその短手方向（幅方向）にスキャニングしている。

ここで、レーザビームを線状断面形状に変形させるとき、ビームパターンの長手方向及び短手方向に高い均一性を得るために、シリンドリカルレンズでビーム断面の長手方向及び短手方向をそれぞれ複数に分割することが行われている。

図7は従来のレーザアニール方法を適用した装置の概念図である（特開平8-195357号公報参照）。

同図に示す装置1は、図示しないYAGレーザからのビーム2を4個のシリンドリカルレンズ3a～3dからなるレンズ群3で鉛直方向に4分割し、7個のシリンドリカルレンズ4a～4gからなるレンズ群4で水平方向に7分割した後、母線が直交するように配置された一対のシリンドリカルレンズ7a、7bからなるレンズ対7で混合し、ビームパターンの長手方向及び短手方向の光強度が均一になるようにしている（レンズ群3、7でホモジナイザ15を構成している。）。光強度が均一化されたビーム8は反射ミラー9で試料10側に折曲げられ、シリンドリカルレンズ11で集束されて矢印12方向に移動する移動台13上に載置された試料10に線状のビーム14が照射されるようになっている。

ここで、YAGレーザを用いると、横方向成長が発生するため、短軸方向の形状はガウスビームでよい。

ところで、図8Aはレーザ光源としてのパルスYAGレーザ（以下「YAGレ

ーザ」という。)のブロック図であり、図8Bは図8Aに示したYAGレーザの出力側のレーザ増幅器の矢印A方向の矢視図である。図9AはYAGレーザのビームパターンを示す図であり、図9Bは図9Aに示したビームパターンの9B-9B線上の強度分布図であり、図9Cは図9Aに示したビームパターンの9C-9C線上の強度分布図である。図9B、図9Cにおいて、横軸が距離を示し、縦軸が光強度を示している。

図9BよりYAGレーザのビーム24はガウシアン分布24aを有しており、図9Cより両端(図9Aでは上下端)に大きなピーク36、37を有する強度分布を示していることが分かる。

これは、励起用のフラッシュランプ32、35がNdYAGロッド31、34の両側に配置されているためである。

ここで図8A、図8Bに示すYAGレーザについて説明する。

YAGレーザ20は、パルス状のYAGレーザを発振する出力レーザ発振器21と、二つのレーザ増幅器22、23と、出力レーザ発振器1からのビーム24の光路を折曲げて前段のレーザ増幅器22に入力する反射ミラー25、26とで構成されている。

出力レーザ発振器21は、全反射ミラー27及び半透過(出力)ミラー28からなる共振器と、共振器間の中心軸上に配置されたNdYAGロッド29と、NdYAGロッド29と平行かつ(y軸上の)下側に配置され励起光としてのパルス状のフラッシュ光を発生するフラッシュランプ30とで構成されている。

前段のレーザ増幅器22は、反射ミラー26からのビーム24の光軸上に配置されたNdYAGロッド31と、NdYAGロッド31と平行、かつ(y軸上の)下側に配置されたフラッシュランプ32とで構成されている。

後段のレーザ増幅器23は、前段のレーザ増幅器22からのビーム33の光軸上に配置されたNdYAGロッド34と、NdYAGロッド34と平行かつ、(y軸上の)上側に配置されたフラッシュランプ35とで構成されている。

このため、YAGレーザ20から出射されるガウシアン分布24aを有するビーム(破線で示す)24の両端にフラッシュランプ32、35の励起光による光

強度の強い部分が重畳されて図 9 A に示すような大きなピーク 36、37 がビームパターン 38 の上下端 (y 軸上) に発生するのである。

このような大きなピーク 36、37 を有するビーム 24 をそのまま図 7 に示すようなシリンドリカルレンズ群 3~6 やレンズ対 7 を用いて線形断面形状に変形すると、図 10 に示すような線形ビームの短手方向 (矢印 12 方向) の両端に大きな筋状のピークを有するビームが試料 10 に照射される。その結果、試料 10 にアブレーション (試料 10 のビーム 14 が照射された部分のうち筋状のピーク部が照射された部分、すなわち、長い方の端部が飛散し表面が荒れてしまう現象) が発生するという問題があった。尚、図 10 は図 7 に示したレーザアニール装置から試料 10 に照射された線形断面形状のビームの 10-10 線上の光強度を示す図であり、横軸は距離を示し、縦軸が光強度を示している。

発 明 の 開 示

本発明の目的は、上記課題を解決し、均一なビーム照射を行うことができるレーザアニール方法及び装置を提供することにある。

本発明のレーザアニール方法は、レーザ光源からのビームの断面形状を光学系により線形断面形状に変形し、得られた線形断面形状のビームを試料に照射してアニールするレーザアニール方法において、レーザ光源からのビームを回転手段により所定の角度だけ回転させた後で光学系により線形断面形状に変形するものである。

本発明のレーザアニール装置は、レーザ光源と、レーザ光源からのビームの断面形状を線形に変形し、得られた線形ビームを試料に照射してアニールする光学系とを備えたレーザアニール装置において、レーザ光源からのビームの断面形状をビームの中心軸の周りに所定の角度だけ回転させる回転手段をレーザ光源と光学系との間に設けたものである。

上記構成に加え本発明のレーザアニール装置の光学系は、ビームの光軸と直交するように並列配置されビームを配置方向に分割する複数のシリンドリカルレンズ群と、シリンドリカルレンズ群の透過側に配置され分割されたビームを混合す

るレンズとで構成されていてもよい。

上記構成に加え本発明のレーザアニール装置の回転手段は、レーザ光源からのビームをビームの光軸に対して直角に折曲げる第一のミラーと、第一のミラーからの反射ビームをレーザ光源からのビームの光軸と第一のミラーからの反射ビームの光軸とを含む第一の平面に対して直角に折曲げる第二のミラーと、第二のミラーからの反射ビームを第一のミラーからの反射ビームの光軸と第二のミラーからの反射ビームの光軸とを含む第二の平面と同一平面内で直角に折曲げる第三のミラーと、第三のミラーからの反射ビームを第二の平面内で直角に折曲げる第四のミラーとで構成されていてもよい。

上記構成に加え本発明のレーザアニール装置の第四のミラーは、第三のミラーからの反射ビームの光軸方向に沿って移動させる移動手段に設けられていてもよい。

上記構成に加え本発明のレーザアニール装置の回転手段は、レーザ光源からのビームをビームの光軸に対して直角に折曲げる第一のミラーと、第一のミラーからの反射ビームをレーザ光源からのビームの光軸と第一のミラーからの反射ビームの光軸とを含む第一の平面に対して直角に折曲げる第二のミラーとで構成されてもよい。

上記構成に加え本発明のレーザアニール装置の第二のミラーは、第一のミラーからの反射ビームの光軸方向に沿って移動自在な移動手段に設けられていてもよい。

上記構成に加え本発明のレーザアニール装置のレーザ光源は、YAGレーザ光源、Ndガラスレーザ又はQスイッチ固体レーザであるのが好ましい。

本発明によれば、レーザ光源からのビームのビームパターンに不均一な強度分布があってもレーザ光源からのビームを回転手段により所定の角度だけ回転させることにより、ガウシアン分布を有するビームを利用して光学系で線形断面形状にすることができるので、均一なビーム照射を行うことができる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明のレーザアニール方法を適用したレーザアニール装置の一実施の形態を示す概念図である。

図 2 A は図 1 に示したレーザアニール装置に用いられる回転手段の側面図である。

図 2 B は図 2 A の平面図である。

図 3 A は図 2 A に示した回転手段に入射されるビームの断面図である。

図 3 B は図 2 A に示した回転手段から出射されるビームの断面図である。

図 4 A は入射光の強度分布を示す図である。

図 4 B はホモジナイザを通過するビームの光路を示す図である。

図 4 C はホモジナイザを通過した後の 4 C - 4 C 線上のビームの強度分布を示す図である。

図 5 は図 1 に示したレーザアニール装置から試料に照射された線形断面形状のビームの 5 - 5 線上の光強度を示す図である。

図 6 A は図 2 A、図 2 B に示した回転手段の他の実施の形態を示す概念図である。

図 6 B は図 6 A の平面図である。

図 7 は従来のレーザアニール方法を適用した装置の概念図である。

図 8 A はレーザ光源としてのパルス YAG レーザのブロック図である。

図 8 B は図 8 A に示した YAG レーザの出力側のレーザ増幅器の矢印 A 方向の矢視図である。

図 9 A は YAG レーザのビームパターンを示す図である。

図 9 B は図 9 A に示したビームパターンの 9 B - 9 B 線上の強度分布図である。 図 9 C は図 9 A に示したビームパターンの 9 C - 9 C 線上の強度分布図である。

図 10 は図 7 に示したレーザアニール装置から試料に照射された線形断面形状のビームの 10 - 10 線上の光強度を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明のレーザアニール方法を適用したレーザアニール装置の一実施の形態を示す概念図である。本実施の形態ではレーザ光源としてNear FieldパルスYAGレーザを用いた場合で説明する。

同図に示すレーザアニール装置40は、図には示されていないレーザ光源としてのNear FieldパルスYAGレーザ（以下「YAGレーザ」という。）20と、YAGレーザ20からのビーム41を所定の角度だけ回転する回転手段42と、回転手段42からのビーム43を水平方向に4分割（分割数は限定されない。）するシリンドリカルレンズ44a～44dからなるレンズ群44と、母線が直交するように配置され、レンズ群44からのビームを混合することにより線形断面形状に変形するシリンドリカルレンズ46と、シリンドリカルレンズ46からのビーム49を試料50側に折曲げる全反射ミラー51と、全反射ミラー51からのビーム52を集光して試料50に照射してレーザアニールするシリンドリカルレンズ53と、試料50を集光された線形断面形状のビーム54の短手方向（矢印55方向）に移動する移動台56とで構成されている。尚、レンズ群44とシリンドリカルレンズ46とで光学系としてのホモジナイザ57を構成している。

図2Aは図1に示したレーザアニール装置に用いられる回転手段の側面図であり、図2Bは図2Aの平面図である。図3Aは図2Aに示した回転手段に入射されるビームの断面図であり、図3Bは図2Aに示した回転手段から出射されるビームの断面図である。

回転手段42は、例えばYAGレーザからのビーム41をビーム41の光軸に対して直角上方に折曲げる第一のミラー60と、第一のミラー60で反射したビーム61をビーム41の光軸と第一のミラー60で反射したビーム61の光軸とを含む第一の平面に対して直角に折曲げる第二のミラー62と、第二のミラー62で反射したビーム63を第一のミラー60で反射したビーム61の光軸と第二のミラー62で反射したビーム63の光軸とを含む第二の平面と同一平面内で直角下側に折曲げる第三のミラー64と、第三のミラー64で反射したビーム65

を第二の平面内で直角に折曲げる第四のミラー 6 6 と、第四のミラー 6 6 を第三のミラー 6 4 で反射したビーム 6 5 の光軸方向に沿って上下に移動させる移動手段 6 7 とで構成されている。

移動手段 6 7 は、回転手段 4 2 のブレードボード 6 8 に沿って取付けられたレール 6 9 と、第四のミラー 6 6 を支持すると共にレール 6 9 に摺動自在に取付けられた支持具 7 0 とで構成されており、ビーム 4 3 の高さを調整するものである。尚、破線で示す 7 1 はカバーである。

図 1 に示したレーザアニール装置 4 0 が作動すると、YAGレーザ(図 8 参照) 2 0 からのビーム(図 3 A 参照。) 4 1 は回転手段 4 2 の第一のミラー 6 0 に入射して鉛直上側に反射され第二のミラー 6 2 に入射する。第二のミラー 6 2 に入射したビーム 6 1 はブレードボード 6 8 に沿って水平に反射されることにより 90 度回転される(図 3 B 参照。)。回転されたビームは第三のミラー 6 4 に入射する。第三のミラー 6 4 に入射したビーム 6 3 は鉛直下側に反射され第四のミラー 6 6 に入射する。第四のミラー 6 6 に入射したビーム 6 5 はブレードボード 6 8 に沿って水平に反射され、ビーム 4 3 としてレンズ群 4 4 に入射する。

レンズ群 4 4 に入射したビーム 4 3 は 4 つに分割された後、シリンドリカルレンズ 4 6 に入射する。シリンドリカルレンズ 4 6 に入射したビームはビームパターンが長手方向に光強度が均一な線状となる(図 5 参照。)

ここで、ホモジナイザ 5 7 の原理について説明する。

図 4 A、図 4 B、図 4 C ははホモジナイザの原理を説明するための図である。ここではガウシアン状の強度分布を有するビームが入射した場合を考えている。図 4 A は入射光の強度分布を示す図であり、図 4 B はホモジナイザを通過するビームの光路を示す図であり、図 4 C はホモジナイザを通過した後の 4 C-4 C 線上のビームの強度分布を示す図である。図 4 A、図 4 C において横軸は光強度を示し、縦軸は距離を示す。

図 4 A に示すようなガウシアン分布を有するビームが、図 4 B に示す 3 枚のシリンドリカルレンズ 8 0 a ~ 8 0 c からなるレンズ群 8 0 及びレンズ 8 1 を通過する際に光路 L 1 a、L 1 b、L 2 a、L 2 b、L 3 a、L 3 b を通って 4 C-

4 C 線上に集束する。4 C - 4 C 線上では光路 L 1 a、L 1 b を通過したビーム B 1 と、光路 L 2 a、L 2 b を通過したビーム B 2 と、光路 L 3 a、L 3 b を通過したビーム B 3 とが重畳して略平坦な光強度を有するビーム B 4 となる。

このようにホモジナイザは、ビームをシリンドリカルレンズ群 8 0 で分割して、さらに組み合わせることにより、異なる強度分布を有するビームを形成することができる。また、分割後の光路を調整することによって、4 C - 4 C 線上のビームの強度分布を自由に調整することができる。

図 7 のホモジナイザ 1 5 では、ビームの x 軸方向、y 軸方向をそれぞれ分割して、略平坦な特性ビームを得ている。

ここで、図 1 のように x 軸方向のみを分割するホモジナイザ 5 7 を用いた時を考える。このホモジナイザに、図 3 A に示すようなビームパターン 3 8 を上下端に光強度の大きなピーク 3 6、3 7 を有するビームを入射すると、y 軸方向には分割されないで、前述したように短手方向の両側に強い光強度を有する線形断面形状のビームが得られる。しかし、ホモジナイザに図 3 B に示すような 9 0 度回転したビームが入射すると、y 軸方向の光強度がガウシアン分布になるので、短手方向はそのままガウシアン分布の光強度を有する特性のビームが得られる。また、x 軸方法の両端に光強度の大きなピークを持つことになるが、ホモジナイザによって分割されるので、最終的に図 5 に示すような略平坦な特性のビームが得られる。

図 1 に示すレンズ群 4 4 及びシリンドリカル 4 6 からのビーム 4 9 は反射ミラー 5 1 で試料 5 0 側（図では下側）に反射され、シリンドリカルレンズ 5 3 で集束されて試料 5 0 に照射される。試料 5 0 には光強度が均一な線形断面形状のビームが照射されるのでアブレーションが生じることがない。また、図 7 に示した従来のレーザアニール装置に比べてレンズの数が少なくてすむのでその分だけ小型化できる。

図 6 A は図 2 A、図 2 B に示した回転手段の他の実施の形態を示す概念図である。図 6 B は図 6 A の平面図である。

図 2 A、図 2 B に示した回転手段との相違点は、二つのミラーだけで構成され

ている点である。

すなわち、この回転手段 90 は、レーザ光源からのビーム 41 をビーム 41 の光軸に対して直角に折曲げる第一のミラー 91 と、第一のミラー 91 で反射したビーム 92 をレーザ光源からのビーム 41 の光軸と第一のミラー 91 で反射したビーム 92 の光軸とを含む第一の平面に対して直角に折曲げる第二のミラー 93 とで構成されている。第二のミラー 93 は、第一のミラー 91 で反射したビーム 92 の光軸方向に沿って移動自在な移動手段 94 に設けられている。移動手段 94 は、図 2 A、図 2 B に示したものと同様に回転手段 90 のブレードボード 95 に沿って取付けられたレール 96 と、第二のミラー 93 を支持すると共にレール 96 に摺動自在に取付けられた支持具 97 とで構成されており、ビーム 43 の高さを調整するものである。尚、破線で示す 98 はカバーである。

このような回転手段 90 を用いても図 2 A、図 2 B に示した回転手段 42 と同様の効果が得られるだけでなく、ミラーの数が 2 枚ですむのでその分だけ小型化することができる。

以上において本発明によれば、

- (1) YAG レーザのビームパターンに見られる、両端の強度の強い領域が引き起こす線状ビームの不均一な分布状態を改善することができる。
- (2) ビームパターンの強度分布の方向を回転できるため、元のビームが有するガウシアン分布の方向を、分割、加工することなくそのまま利用することができる。

尚、本実施の形態では回転角度が 90 度の場合で説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ビームの強度分布の偏りを補正できるような回転角度が得られればよい。また、本実施の形態では、レーザ光源として Near Field パルス YAG レーザを用いた場合で説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、Nd ガラスレーザや Q スイッチ固体レーザ等のようにビームパターンに不均一な強度分布を有するレーザ光源に適用してもよい。

本願は特願 2001-5579 号 (2001 年 1 月 12 日出願) を優先権主張の基礎としており、上記日本出願の内容は本願明細書に記載されたものとする。

産業上の利用可能性

本発明は、レーザアニール方法及び装置に適用可能である。

請 求 の 範 囲

1. レーザ光源からのビームの断面形状を光学系により線形断面形状に変形し、得られた線形断面形状のビームを試料に照射してアニールするレーザアニール方法において、上記レーザ光源からのビームを回転手段により所定の角度だけ回転させた後で上記光学系により線形断面形状に変形することを特徴とするレーザアニール方法。
2. レーザ光源と、該レーザ光源からのビームの断面形状を線形に変形し、得られた線形ビームを試料に照射してアニールする光学系とを備えたレーザアニール装置において、上記レーザ光源からのビームを所定の角度だけ回転させる回転手段を上記レーザ光源と上記光学系との間に設けたことを特徴とするレーザアニール装置。
3. 上記光学系は、ビームの光軸と直交するように並列配置され上記ビームを配置方向に分割する複数のシリンドリカルレンズ群と、該シリンドリカルレンズ群の透過側に配置され分割されたビームを混合するレンズとで構成されている請求項2に記載のレーザアニール装置。
4. 上記回転手段は、上記レーザ光源からのビームを該ビームの光軸に対して直角に折曲げる第一のミラーと、第一のミラーからの反射ビームを上記レーザ光源からのビームの光軸と第一のミラーからの反射ビームの光軸とを含む第一の平面に対して直角に折曲げる第二のミラーと、第二のミラーからの反射ビームを第一のミラーからの反射ビームの光軸と第二のミラーからの反射ビームの光軸とを含む第二の平面と同一平面内で直角に折曲げる第三のミラーと、第三のミラーからの反射ビームを第二の平面内で直角に折曲げる第四のミラーとで構成されている請求項2又は3に記載のレーザアニール装置。
5. 上記第四のミラーは、第三のミラーからの反射ビームの光軸方向に沿って移動させる移動手段に設けられている請求項4に記載のレーザアニール装置。
6. 上記回転手段は、上記レーザ光源からのビームを該ビームの光軸に対して直角に折曲げる第一のミラーと、第一のミラーからの反射ビームを上記レーザ光源

からのビームの光軸と第一のミラーからの反射ビームの光軸とを含む第一の平面に対して直角に折曲げる第二のミラーとで構成されている請求項 2 又は 3 に記載のレーザアニール装置。

7. 上記第二のミラーは、上記第一のミラーからの反射ビームの光軸方向に沿って移動自在な移動手段に設けられている請求項 6 に記載のレーザアニール装置。

8. 上記レーザ光源は、YAGレーザ光源、Ndガラスレーザ又はQスイッチ固体レーザである請求項 2 から 7 のいずれかに記載のレーザアニール装置。

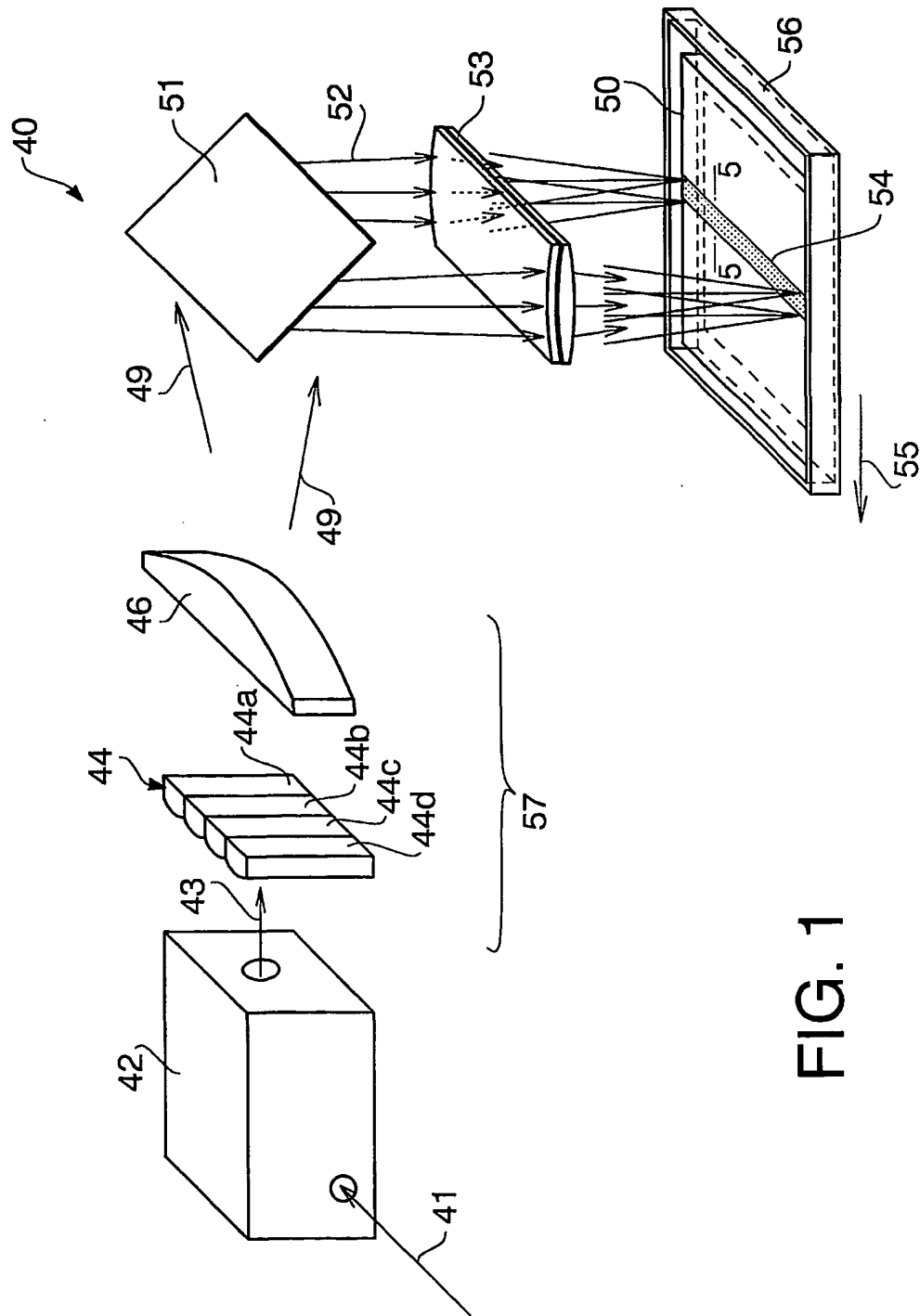


FIG. 1

2/10

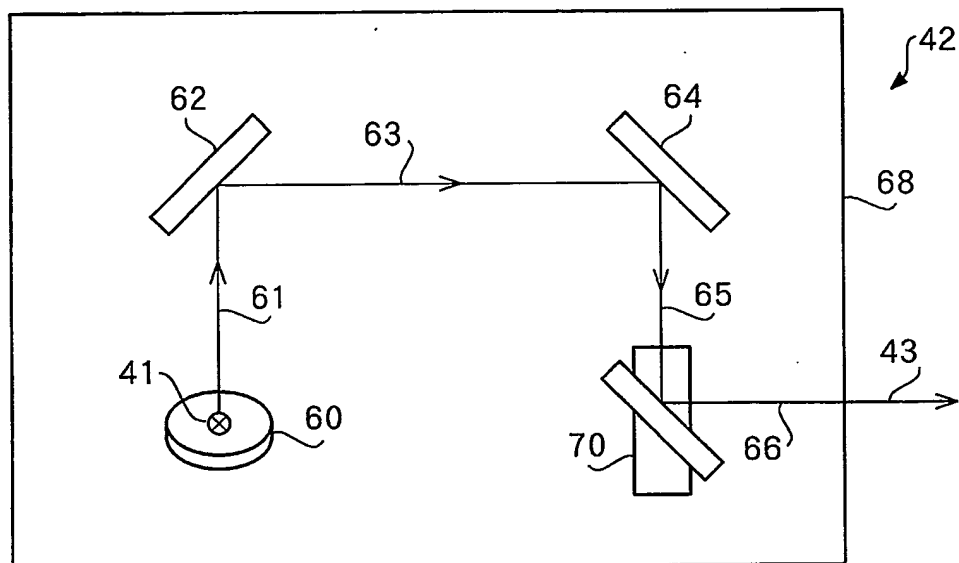


FIG. 2A

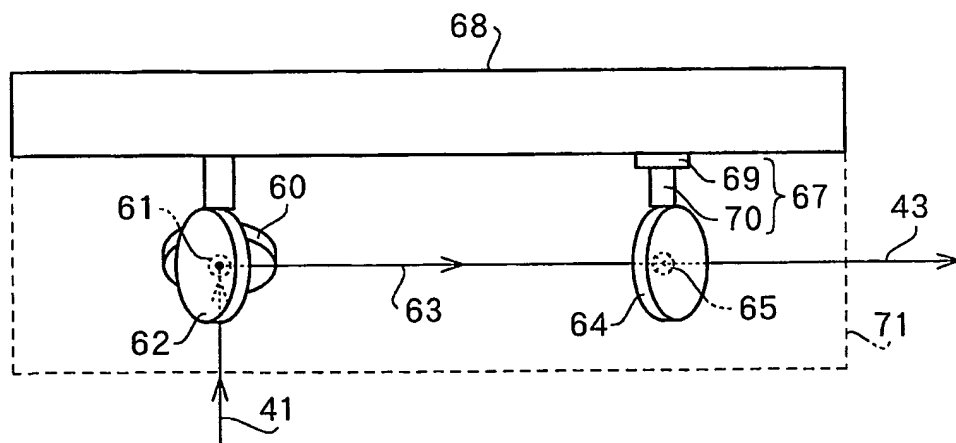


FIG. 2B

3/10

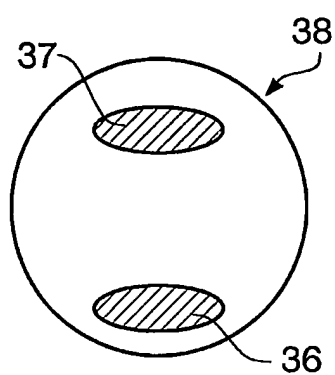


FIG. 3A

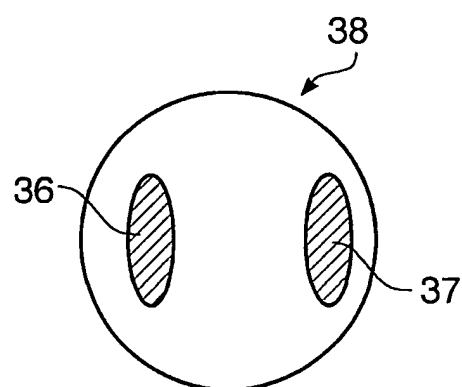


FIG. 3B

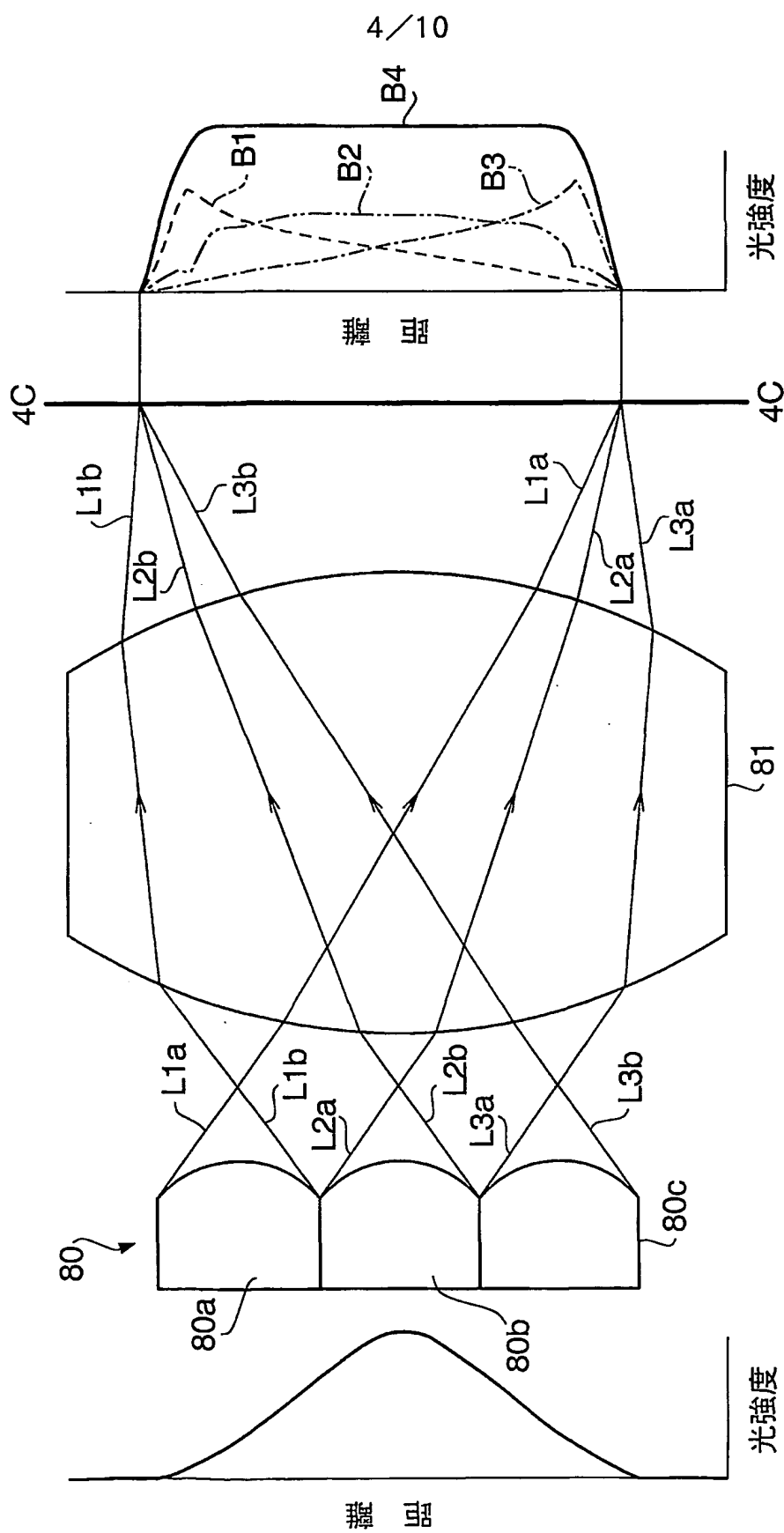


FIG. 4A

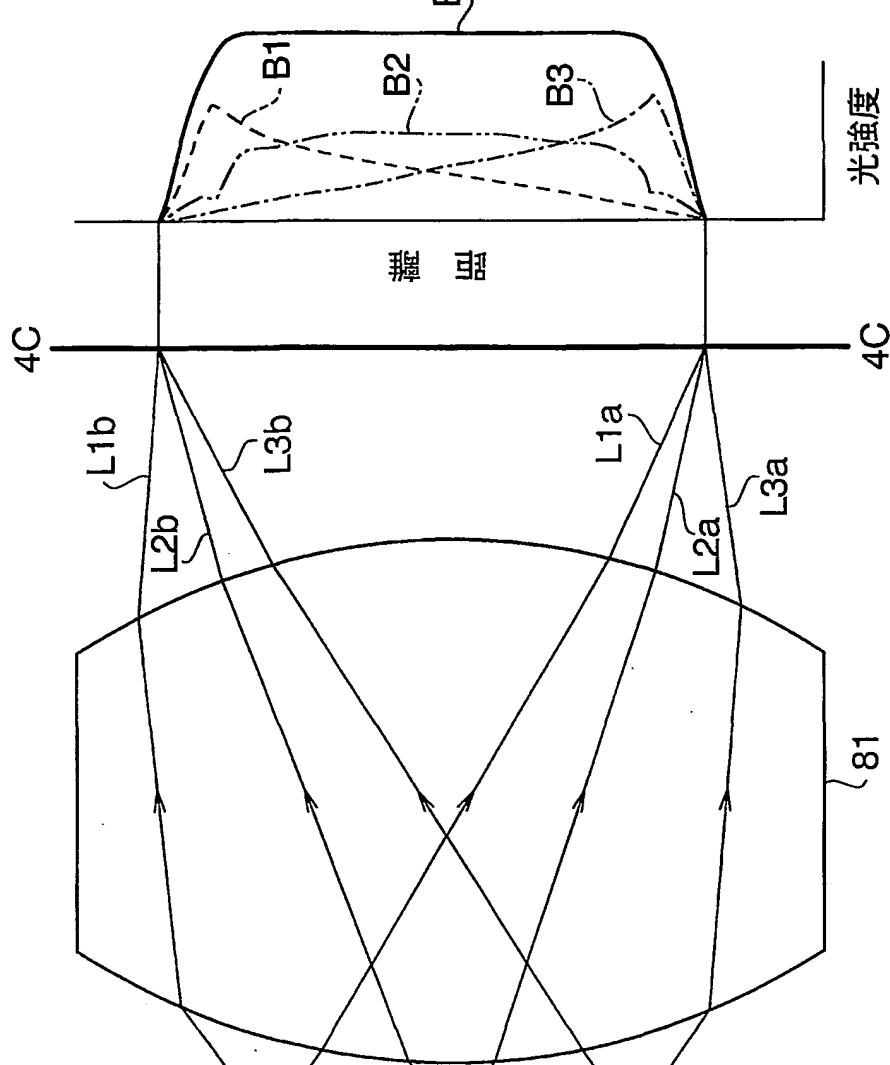


FIG. 4B

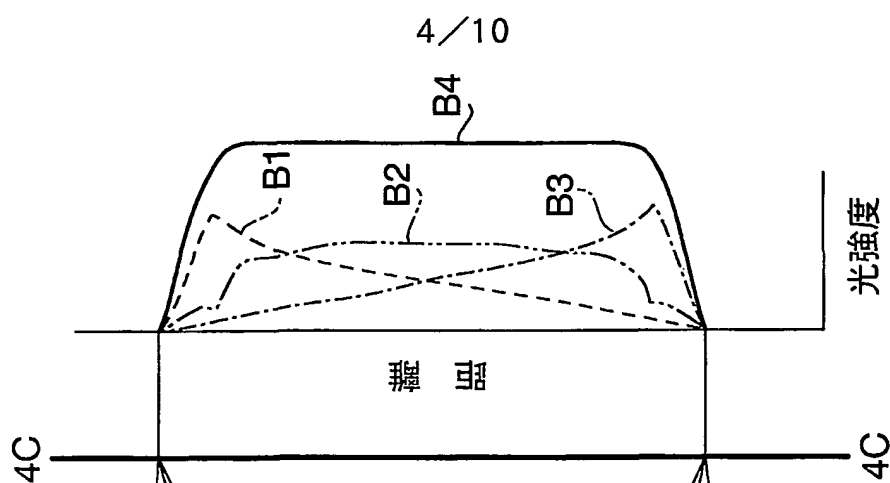


FIG. 4C

5/10

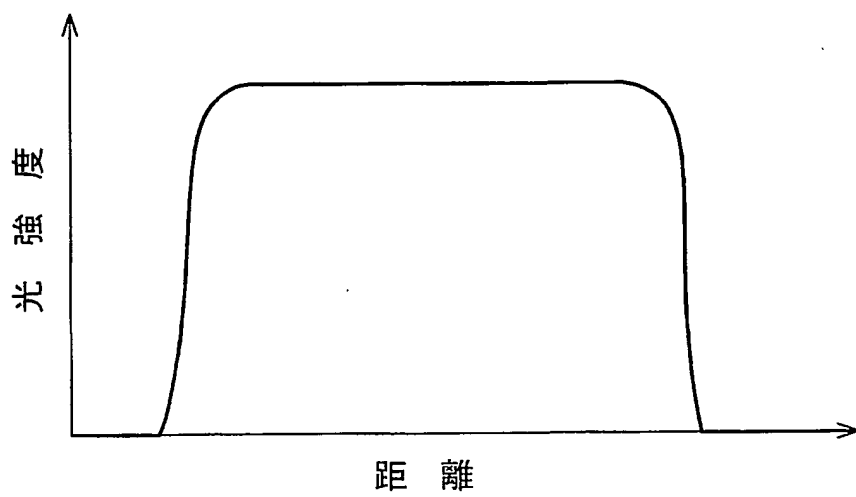


FIG. 5

6/10

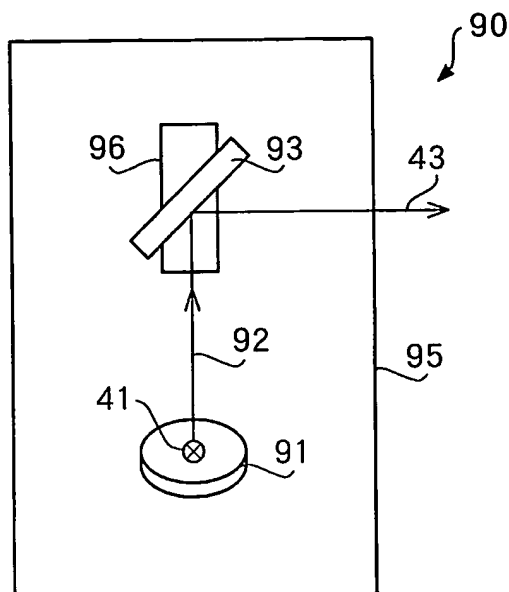


FIG. 6A

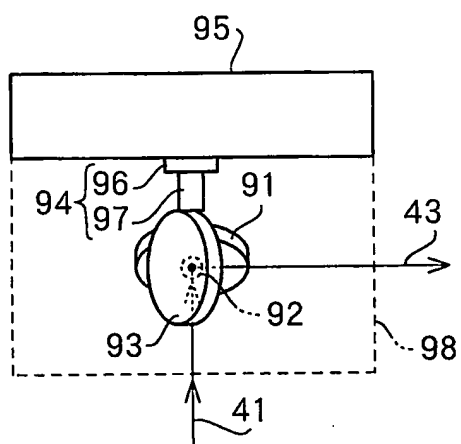


FIG. 6B



FIG. 7

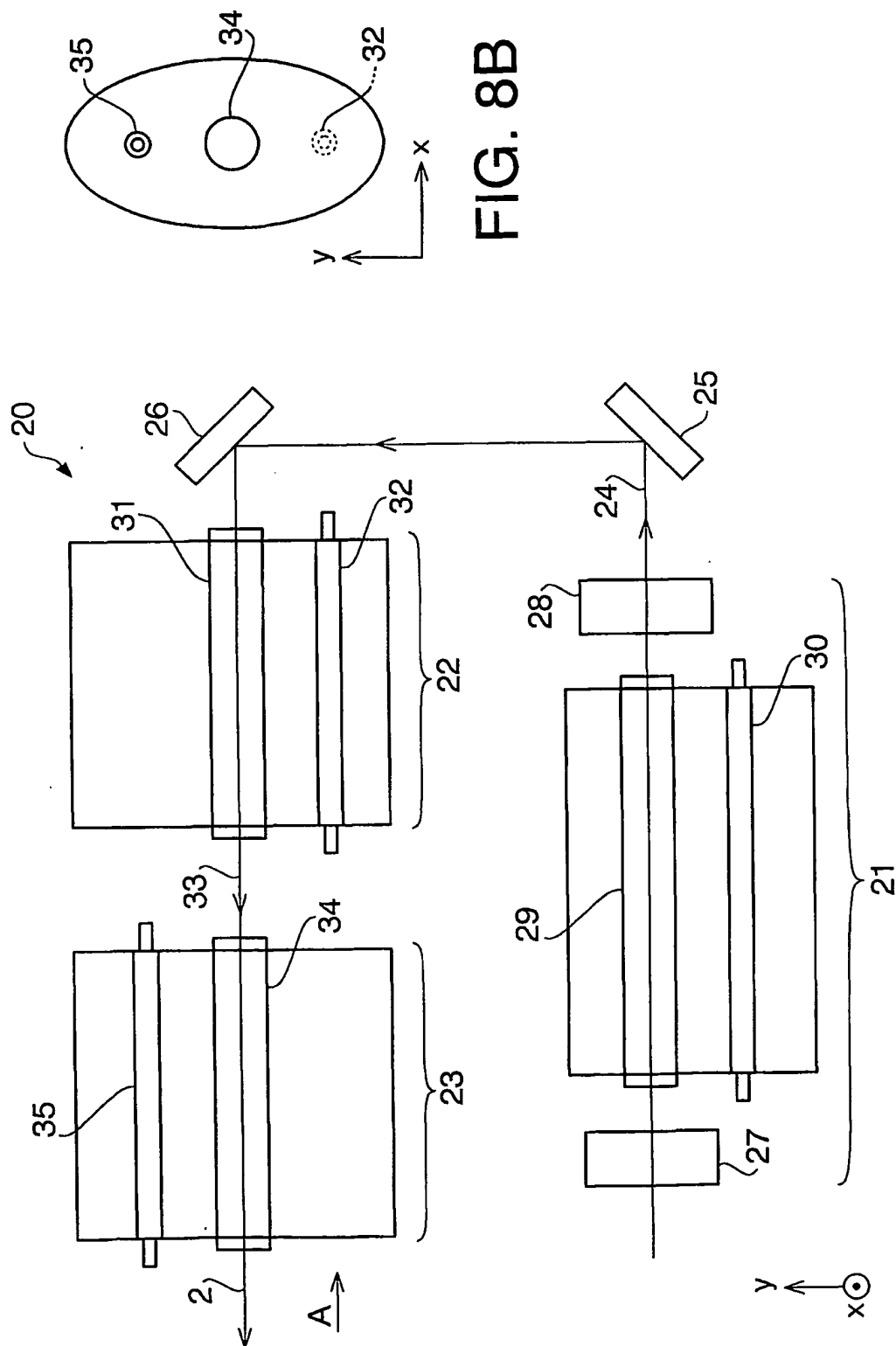


FIG. 8A

9/10

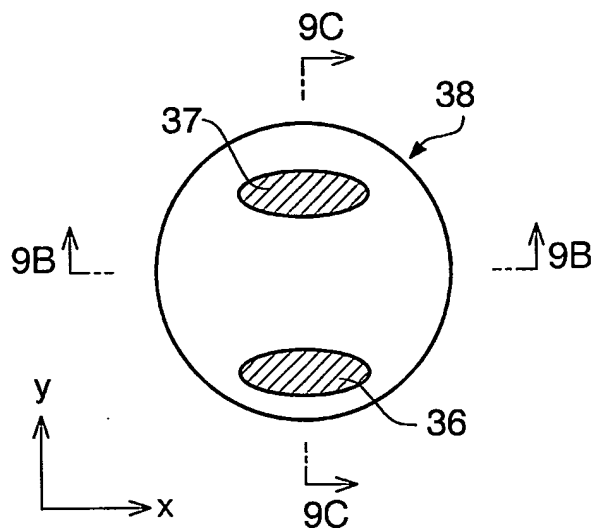


FIG. 9A

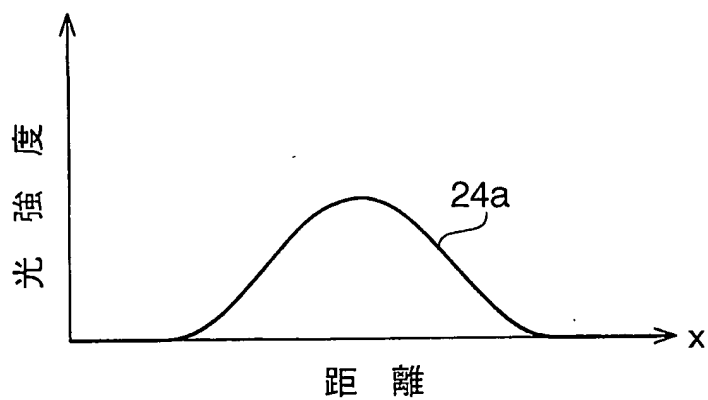


FIG. 9B

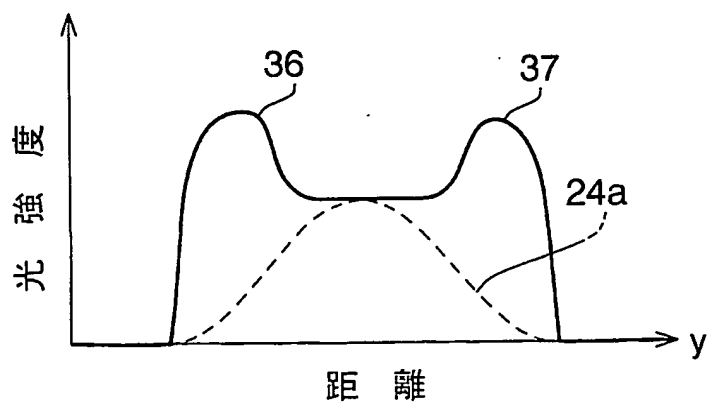


FIG. 9C

10/10

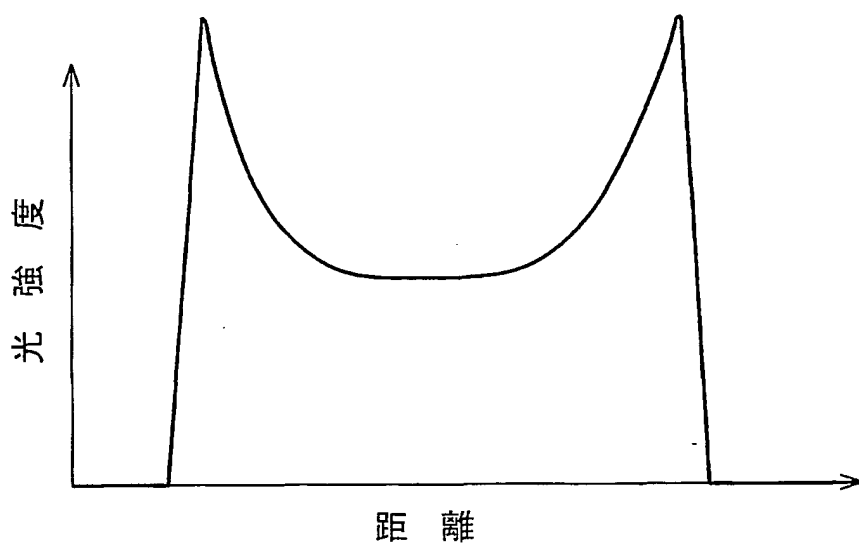


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/268, H01S3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/268, H01S3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP, 2001-127004, A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 11 May, 2001 (11.05.01), Fig. 3 (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 March, 2002 (25.03.02)

Date of mailing of the international search report
02 April, 2002 (02.04.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H01L21/268, H01S3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H01L21/268, H01S3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2002年
日本国登録実用新案公報 1994-2002年
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, A	JP 2001-127004 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2001.05.11, 図3 (ファミリーなし)	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.03.02

国際調査報告の発送日

02.04.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

國島 明弘

4M 8932

電話番号 03-3581-1101 内線 3462